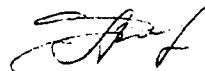


0-862568

На правах рукописи



**Бобровникова Алена Александровна**

**ТЕТРА(ИЗОТИОЦИАНАТО)ДИАММИНХРОМАТЫ(III)  
КОМПЛЕКСОВ ЛАНТАНОИДОВ(III) ЦЕРИЕВОЙ  
ГРУППЫ С ГЕКСАМЕТИЛФОСФОРТРИАМИДОМ**

**02.00.04 – физическая химия**

**Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата химических наук**

**Кемерово – 2013**

Работа выполнена на кафедре химии, технологии неорганических веществ и наноматериалов Института химических и нефтегазовых технологий ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева».

**Научный руководитель:** доктор химических наук, профессор  
**Черкасова Татьяна Григорьевна**

**Официальные оппоненты:** **Остапова Елена Владимировна**  
доктор химических наук, профессор,  
ведущий научный сотрудник  
ФГБУН ИУХМ СО РАН

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КФУ



855432

**Пугачев Валерий Михайлович**  
кандидат химических наук, доцент,  
доцент кафедры твердого тела  
ФГБОУ ВПО «Кемеровский  
государственный университет»

**Ведущая организация:** ФГБОУ ВПО «Национальный  
исследовательский Томский государственный университет»

Защита диссертации состоится 26.10.2013 г. в 10<sup>00</sup> часов  
на заседании совета по защите диссертаций Д 212.088.03 при ФГБОУ ВПО  
«Кемеровский государственный университет» по адресу: 650043,  
г. Кемерово, ул. Красная, 6.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО  
«Кемеровский государственный университет».

Автореферат разослан « 25 » сентября 2013г.

Ученый секретарь совета Д 212.088.03,  
доктор физико-математических наук,  
профессор

А. Г. Кречетов

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** В различных сферах современной промышленности, особенно наукоемких, используют редкоземельные элементы (РЗЭ).

Одной из задач подпрограммы "Развитие промышленности редких и редкоземельных металлов" государственной программы Российской Федерации "Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности на период до 2020 года" (распоряжение Правительства РФ от 30.01.2013 N 91-р) является производство продукции содержащей редкие и редкоземельные металлы.

В связи с этим расширение и углубление знаний о химических и физико-химических свойствах РЗЭ, а также синтез новых соединений на их основе является приоритетной задачей.

Недостаточные сведения об особенностях образования и свойствах двойных комплексных солей (ДКС), содержащих в кристаллических структурах тетра(изотиоцианато)диамминхромат(III)-анион и комплексный катион РЗЭ с гексаметилфосфортриамидом (НМРА), вызвали интерес к их изучению.

Работа выполнена в рамках темы «Синтез и физико-химическое исследование координационных соединений металлов» (регистр. номер 01201053585) и в соответствии с темпланом КузГТУ по государственному заданию Министерства образования и науки на выполнение научно-исследовательских работ на 2011-2014 г. № Г36-2012/3.1216.2011 "Полифункциональные материалы энергосберегающих и энергоэффективных технологий".

**Цель работы** состояла в получении и физико-химическом исследовании тетра(изотиоцианато)диамминхроматов(III) комплексов лантаноидов(III) цериевой группы с гексаметилфосфортриамидом.

При этом решались следующие задачи:

1. Разработка условий получения и осуществление синтеза тетра(изотиоцианато)диамминхроматов(III) комплексов лантаноидов(III) с НМРА;
2. Установление состава, строения и термической устойчивости двойных комплексных солей.

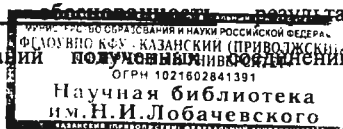
**Научная новизна работы** заключается в следующем:

1. Впервые получены 7 новых координационных соединений:
  - тетра(гексаметилфосфортриамид)сольват тетра(изотиоцианато)диамминхромата(III) аммония  $(\text{NH}_4)[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4] \cdot 4 \text{ НМРА}$ ;
  - тетра(изотиоцианато)диамминхроматы(III) комплексов лантаноидов(III) цериевой группы с гексаметилфосфортриамидом составов  $[\text{Ln}(\text{НМРА})_4(\text{NO}_3)_2][\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4]$ , где  $\text{Ln} = \text{La}^{3+}, \text{Ce}^{3+}, \text{Pr}^{3+}, \text{Nd}^{3+}, \text{Sm}^{3+}, \text{Eu}^{3+}$ .
2. Определены кристаллические структуры комплексов:  $(\text{NH}_4)[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4] \cdot 4\text{НМРА}$  и  $[\text{La}(\text{НМРА})_4(\text{NO}_3)_2][\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4]$ .

**Практическая значимость работы:**

1. Выделены и охарактеризованы гетеробиметаллические комплексы составов  $[\text{Ln}(\text{НМРА})_4(\text{NO}_3)_2][\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4]$ , где  $\text{Ln} = \text{La}^{3+}, \text{Ce}^{3+}, \text{Pr}^{3+}, \text{Nd}^{3+}, \text{Sm}^{3+}, \text{Eu}^{3+}$ .
2. Рентгеноструктурные характеристики координационных соединений, полученные в рамках исследования, могут быть использованы для кристаллохимического анализа.
3. Результаты исследований используются в учебном процессе на кафедре химии, технологии неорганических веществ и наноматериалов КузГТУ в дисциплинах “Основы неорганического синтеза”, “Химия координационных соединений”, “Избранные главы неорганической химии”.

**Достоверность и обоснованность** результатов обеспечена проведением исследований и полученных соединений современными



физико-химическими методами анализа: химическим, ИК-спектроскопическим, термогравиметрическим, рентгеноструктурным.

**Положения, выносимые на защиту:**

- Условия синтеза тетра(изотиоцианато)диамминхроматов(III) комплексов лантаноидов(III) цериевой группы с НМРА с получением соединений из водных растворов нитратов лантаноидов(III),  $\text{NH}_4[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4] \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$  и гексаметилфосфотриамида.
- Результаты исследований координационных соединений составов  $[\text{Ln}(\text{HMPA})_4(\text{NO}_3)_2][\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4]$ , где  $\text{Ln} = \text{La}^{3+}, \text{Ce}^{3+}, \text{Pr}^{3+}, \text{Nd}^{3+}, \text{Sm}^{3+}, \text{Eu}^{3+}$  методами химического, рентгеноструктурного и термогравиметрического анализов.

**Личный вклад автора** заключается в выполнении работ по синтезу координационных соединений, получению монокристаллов, а также обработке и интерпретации данных физико-химических исследований, обобщении полученных результатов, формулировании выводов. Подготовка публикаций по теме диссертации была проведена совместно с научным руководителем и соавторами работ.

**Апробация работы** Основные результаты исследований докладывались на: XIII Международной научно-практической конференции “Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири” (Кемерово, 2010 г.); Всероссийских конференциях “Исследования и достижения в области теоретической и прикладной химии” (Барнаул, 2010, 2011, 2013 г.); III Всероссийской, 56 научно-практической конференции “Россия молодая” (Кемерово, 2011 г.); Всероссийской научной конференции (с международным участием) “Успехи синтеза и комплексообразования” (Москва, 2011 г.); I-ой и II-ой Международных Российско-Казахстанских конференциях по химии и химической технологии (Томск, 2011 г.; Караганда, 2012 г.); “XIX Менделеевском съезде по общей и прикладной химии” (Волгоград, 2011 г.); III международной научно-практической конференции

“Достижения молодых ученых в развитии инновационных процессов в экономике, науке, образовании” (Брянск, 2011 г.); VI конференции молодых ученых “Теоретическая и экспериментальная химия жидкофазных систем” (Иваново, 2011 г.); VI Всероссийской конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием “Менделеев 2012” (Санкт-Петербург, 2012 г.); Общероссийской с международным участием научной конференции “Полифункциональные химические материалы и технологии” (Томск, 2012 г.); IX Научной конференции “Аналитика Сибири и Дальнего Востока” (Красноярск, 2012 г.); Всероссийской конференции “Химия и химическая технология: достижения и перспективы” (г. Кемерово, 2012 г.).

**Публикации** По материалам диссертации опубликованы 19 работ: 4 статьи (в журналах, рекомендованных ВАК РФ), 15 материалов и тезисов докладов.

#### **Объем и структура работы**

Диссертация изложена на 120 страницах, состоит из введения, 3 глав, выводов, списка цитируемой литературы (217 наименований) и приложения. Работа содержит 12 таблиц и 52 рисунка, включая 6 рисунков приложения.

### **КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** обоснована актуальность темы и выбор объектов исследования, формулируются задачи исследования, излагается структура диссертации.

**В первой главе** приведен литературный обзор, в котором дана характеристика физико-химических и лигандных свойств гексаметилфосфортриамида; анализ литературных данных по методам получения, составам и свойствам координационных соединений лантаноидов с НМРА.

Во второй главе представлено описание физико-химических методов исследований и характеристик приборов, применявшихся для изучения состава, строения и свойств соединений.

В третьей главе описаны разработка условий синтеза, получение и результаты физико-химического анализа тетра(изотиоцианато)диамминхроматов(III) комплексов лантаноидов(III) цериевой группы с НМРА методами ИК-спектроскопии, растровой электронной микроскопии, рентгеноструктурного анализа, термогравиметрии.

В ходе разработки условий синтеза тетра(изотиоцианато)диамминхроматов(III) комплексов лантаноидов(III) цериевой группы с НМРА было изучено взаимодействие тетра(изотиоцианато)диамминхромата(III) аммония с НМРА в водном растворе. Сообщения о многих сольватах гексаметилфосфортриамида [1] явилось поводом для исследования условий их получения и свойств с целью исключения возможного образования смесей.

При взаимодействии водного раствора тетра(изотиоцианато)диамминхромата(III) аммония, подкисленного до pH 2, с НМРА, удалось выделить в твердом виде тетра(гексаметилфосфортриамид)сольват соли Рейнеке.

РСА показал, что вещество имеет состав  $(\text{NH}_4)[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4] \cdot 4((\text{CH}_3)_2\text{N})_3\text{PO}$ .

Соединение кристаллизуется в тетрагональной сингонии, пр. гр.  $P\bar{4}2_1c$ ,  $a = 15,8594(3) \text{ \AA}$ ,  $c = 11,1675(2) \text{ \AA}$ ,  $\beta = 90^\circ$ ,  $V = 2808,86(9) \text{ \AA}^3$ ,  $Z = 2$ ,  $\rho_{\text{ввч}} = 1,245 \text{ г/см}^3$ . В структуре присутствуют ионы  $\text{NH}_4^+$ ,  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4]^-$  и сольватные молекулы НМРА.

Атом хрома в тетра(изотиоцианато)диамминхромат(III)-ионе (рис. 1) окружен четырьмя практически линейными NCS-группами и двумя молекулами аммиака в осевых положениях.

Длины связей Cr–NCS, Cr–NH<sub>3</sub> равны 2,003, 2,053 Å соответственно.

Окружение атома хрома представляет собой искаженный октаэдр, углы  $\text{NCrN}$  находятся в интервале  $88,29(9)$ - $91,71(9)^\circ$ . Структура комплекса островная.

Сольватная молекула НМРА имеет пирамидальную структуру. Длина связи  $\text{P-O}$  составляет  $1,486(2)$  Å, длины связей  $\text{P-N}$  находятся в интервале  $1,631(3)$ - $1,651(3)$  Å.

В кристаллической упаковке (рис. 2) реализуется система водородных связей за счет контактов  $\text{N-H}\cdots\text{O}$  между сольватными молекулами НМРА с атомами азота в  $\text{NH}_3$  ( $0,91$  Å) и  $\text{NH}_4^+$  ( $0,96$  Å).

Плотность  $(\text{NH}_4)[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4]\cdot 4\text{HMPA}$ , определённая пикнометрическим методом составляет  $1,21$  г/см<sup>3</sup>, что согласуется с рентгеновской плотностью, вычисленной при РСА монокристалла ( $1,245$  г/см<sup>3</sup>).

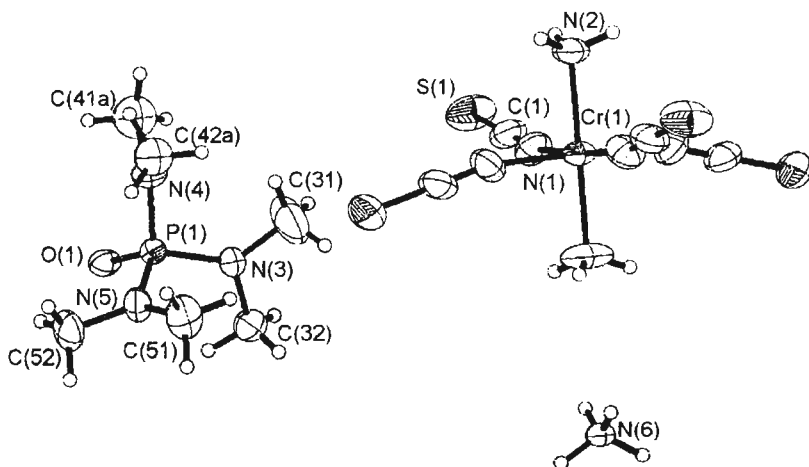


Рис. 1. Схема нумерации атомов в структуре  $(\text{NH}_4)[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4]\cdot 4((\text{CH}_3)_2\text{N})_3\text{PO}$



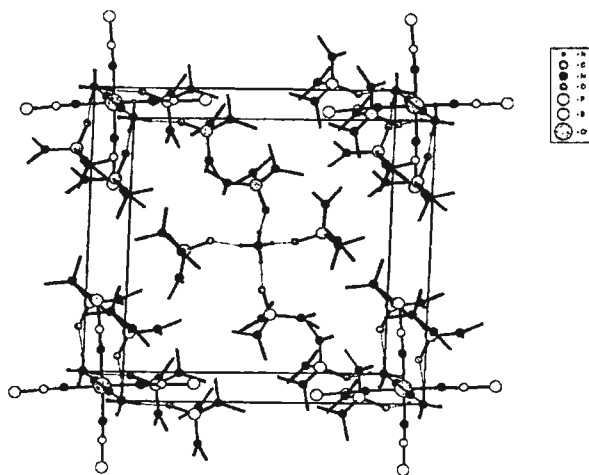


Рис. 2. Кристаллическая упаковка в  $(\text{NH}_4)[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4] \cdot 4\text{HMPA}$

Учитывая, что при низких значениях pH растворов (pH 2), происходит образование комплекса тетра(гексаметилфосфортриамид)сольвата тетра(изотиоцианато)диамминхромата(III) аммония, а при pH 8-10 происходит осаждение гидроксида лантана(III), синтез тетра(изотиоцианато)диамминхроматов(III) комплексов лантаноидов(III) цериевой группы с НМРА возможен при  $8 > \text{pH} > 2$ . В интервале pH 5...3 осадок не выпадает. Образование осадка возможно при pH 6-7 и концентрациях растворов 0,05-0,5 моль/л. При концентрациях водных растворов  $< 0,05$  моль/л осадок не выпадает, что связано с растворимостью соединения. При концентрациях  $> 0,5$  моль/л велика вероятность получения смеси, так как при такой концентрации наблюдается образование комплекса нитрата лантана с гексаметилфосфортриамидом.

Таким образом, при смешивании водных растворов нитрата лантана(III) и соли Рейнеке, взятых в мольных соотношениях 1:1,

с последующим добавлением по каплям органического лиганда – НМРА, при pH 6-7 и концентрациях растворов 0,05-0,5 моль/л выпадают мелкокристаллические осадки, состав которых по данным химического анализа соответствует брутто-формуле  $C_{28}H_{78}CrN_{20}LnO_{10}P_4S_4$ .

Образцы представляют собой частицы пластинчатой формы с размерами 3-55 мкм. РЗЭ входят в структуру соединения и собственной фазы не образуют, по поверхности распределены равномерно.

Особенности строения комплексов установлены ИК-спектроскопическим методом по смещению основных полос поглощения лигандов. Групповые колебания соединений с двойными связями ( $P=O$ ) лежат в области  $1350-1175\text{ см}^{-1}$  в свободном НМРА. В спектрах полученных соединений эти частоты регистрируются при  $1302, 1262\text{ см}^{-1}$ .

Понижение частоты колебаний группы  $P=O$  приблизительно на  $60\text{ см}^{-1}$  по сравнению со спектром лиганда указывает на смещение электронной плотности в молекуле лиганда к центральному иону лантаноида, что связано с образованием связи  $Ln-O$ . Частота валентных колебаний (PNC) смещена к более высоким значениям ( $992\text{ см}^{-1}$ ) относительно колебаний в свободном НМРА ( $982\text{ см}^{-1}$ ).

ИК-спектры поглощения всех комплексов лантаноидов(III) имеют сходный характер.

РСА твердых продуктов взаимодействия нитрата лантана(III) с тетра(изотиоцианато)диамминхроматом(III) аммония в водно-гексаметилфосфотриамидном растворе показал наличие нового соединения ионного типа  $[La(HMPA)_4(NO_3)_2][Cr(NH_3)_2(NCS)_4]$  (рис. 3), кристаллизующегося в моноклинной сингонии, пр. гр.  $P2_1/n$ ,  $a = 15,0360(3)\text{ \AA}$ ,  $b = 15,1214(3)\text{ \AA}$ ,  $c = 26,7529(7)\text{ \AA}$ ,  $\beta = 100,6610(10)^\circ$ ,  $V = 5977,7(9)\text{ \AA}^3$ ,  $Z = 2$ ,  $\rho_{\text{выч}} = 1,442\text{ г/см}^3$ .

Молекулярная структура соединения построена из комплексных катионов динитратотетра(гексаметилфосфотриамид)лантана(III) и тетра(изотиоцианато)диамминхромат(III) – анионов.

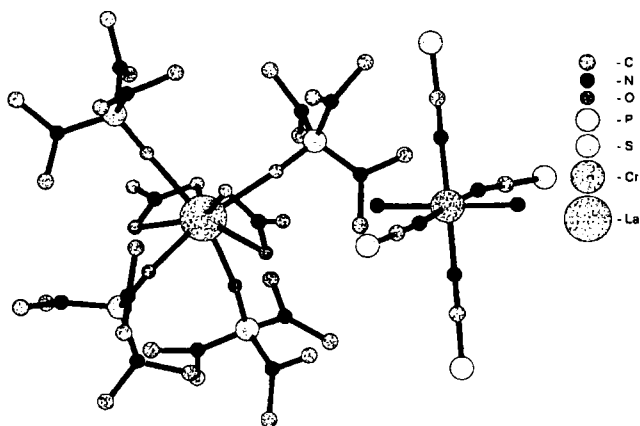


Рис. 3. Строение соединения  $[\text{La}(\text{HPMA})_4(\text{NO}_3)_2][\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4]$ , атомы водорода не показаны

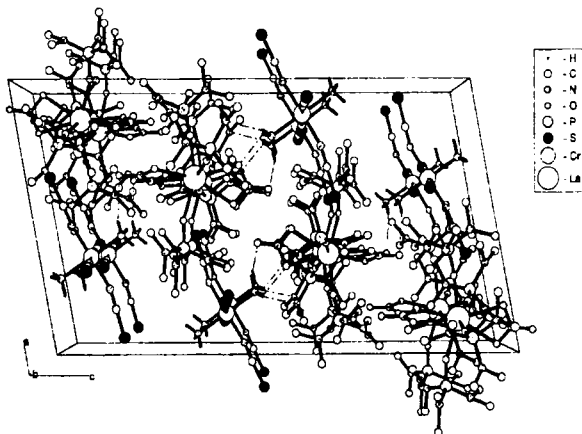


Рис. 4. Кристаллическая упаковка в  $[\text{La}(\text{HPMA})_4(\text{NO}_3)_2][\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4]$

Ион  $\text{La}^{3+}$  координирует 8 атомов кислорода – четыре атома от двух  $\text{NO}_3$ -групп ( $\text{La}-\text{O}$  2,599(3)-2,635(3) Å) и четыре от четырех монодентатных молекул НМРА ( $\text{La}-\text{O}$  2,386(3)-2,425(3) Å).

Длины связей в молекуле НМРА:  $\text{P}=\text{O}$  1,498(3)-1,503(3) Å;  $\text{P}-\text{N}$  1,620(4)-1,653(4).

Анион  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4]^-$  имеет типичное строение с октаэдрической координацией атома хрома: максимальное отклонение углов  $\text{NCrN}$  в анионе от  $88^\circ$  до  $178^\circ$ . Средние длины связей  $\text{Cr}-\text{N}$ ,  $\text{N}-\text{C}$  и  $\text{C}-\text{S}$  равны 2,016; 1,160 и 1,617 Å соответственно.

В кристаллической упаковке соединения  $[\text{La}(\text{HMPA})_4(\text{NO}_3)_2][\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4]$  реализуется система водородных связей (рис. 4).

Анион  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4]^-$  реализует водородные связи:  $\text{NH}_3$ -групп с двумя молекулами НМРА, одним атомом кислорода одной из  $\text{NO}_3$ -групп и двумя атомами кислорода второй  $\text{NO}_3$ -группы.

Процесс термоллиза  $(\text{NH}_4)[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4] \cdot 4\text{HMPA}$  и  $[\text{La}(\text{HMPA})_4(\text{NO}_3)_2][\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4]$  на воздухе носит сложный характер и включает несколько стадий. Экзоэффект в температурном интервале  $95-130^\circ\text{C}$  соответствует разложению комплекса с отщеплением и выгоранием молекул аммиака и началом удаления молекул НМРА.

На ИК-спектрах продуктов разложения при  $200^\circ\text{C}$  наблюдается уменьшение интенсивности полос поглощения валентных колебаний  $\text{NH}$ -групп ( $3222$ ,  $3151\text{ см}^{-1}$ ) и групп  $\text{P}-\text{O}$  ( $1302$ ,  $1262\text{ см}^{-1}$ ).

Основная потеря массы происходит в диапазоне  $200-500^\circ\text{C}$ . На кривой ДСК обсуждаемый диапазон представлен двумя экзоэффектами с экстремумами, обусловленными разложением образцов и горением продуктов разложения. Обратимого изменения окраски соединения в исследуемом интервале температур не обнаружено.

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Разработаны условия синтеза и получены из водных растворов соединения составов:

при pH 6-7  $[\text{Ln}(\text{HMPA})_4(\text{NO}_3)_2][\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4]$ ,  
 где  $\text{Ln} = \text{La}^{3+}, \text{Ce}^{3+}, \text{Pr}^{3+}, \text{Nd}^{3+}, \text{Sm}^{3+}, \text{Eu}^{3+}$ ,  
 HMPA – гексаметилфосфортриамид  $((\text{CH}_3)_2\text{N})_3\text{PO}$ ;  
 при pH 2  $(\text{NH}_4)[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4] \cdot 4\text{HMPA}$ .

2. Методом PCA монокристаллов определены кристаллические структуры координационных соединений:

$[\text{La}(\text{HMPA})_4(\text{NO}_3)_2][\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4]$  – моноклинная сингония, пр. гр.  $P2_1/n$ ,  $a = 15,0360(3) \text{ \AA}$ ,  $b = 15,1214(3) \text{ \AA}$ ,  $c = 26,7529(7) \text{ \AA}$ ,  $\beta = 100,6610(10)^\circ$ ,  $V = 5977,7(9) \text{ \AA}^3$ ,  $Z = 2$ ,  $\rho_{\text{вмч}} = 1,442 \text{ г/см}^3$ .

$(\text{NH}_4)[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4] \cdot 4\text{HMPA}$  – тетрагональная сингония, пр. гр.  $P\bar{4}2_1c$ ,  $a = 15,8594(3) \text{ \AA}$ ,  $c = 11,1675(2) \text{ \AA}$ ,  $\beta = 90^\circ$ ,  $V = 2808,86(9) \text{ \AA}^3$ ,  $Z = 2$ ,  $\rho_{\text{вмч}} = 1,245 \text{ г/см}^3$ .

3. Исследованы процессы термического разложения соединений составов  $(\text{NH}_4)[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4] \cdot 4\text{HMPA}$  и  $[\text{La}(\text{HMPA})_4(\text{NO}_3)_2][\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4]$ .

Автор выражает глубокую благодарность сотрудникам Института неорганической химии им. А. В. Николаева СО РАН. А. В. Вировцу и Е. В. Пересыпкиной, доценту кафедры химии, технологии неорганических веществ и наноматериалов КузГТУ Э.С. Татариновой за помощь в проведении исследований, ценные советы и замечания.

### Цитируемая литература

1. Bolster, M. W. G. The coordination chemistry of hexamethylphosphoramide / M. W. G. Bolster, W. L. Groeneveld. // Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas. – 1971. – V. 90. – P. 477-507.

**Основные материалы диссертации опубликованы в следующих работах:**

1. Черкасова, Т.Г. Синтез, свойства и перспективы использования биметаллических разнолигандных комплексов / Т.Г. Черкасова, Э.С. Татаринова, Е.В. Черкасова, И.П. Горюнова, И.В. Исакова, А.А. Бобровникова, А.В. Тихомирова, С.В. Кочнев // Ползуновский вестник, 2010. – № 3. – С. 30-32.

2. Бобровникова, А.А. Синтез и ИК-спектроскопический анализ рейнекатов лантаноидов цериевой группы с гексаметилтриамидофосфатом / А.А. Бобровникова // Ползуновский вестник, 2010. – № 3. – С. 71-73.

3. Бобровникова, А.А. Исследование кристаллических продуктов взаимодействия соли Рейнке с гексаметилтриамидофосфатом и  $\epsilon$ -капролактамом / А.А. Бобровникова, И.В. Исакова, Э.С. Татаринова // Ползуновский вестник, 2011. – № 4-1. – С. 42-45.

4. Бобровникова, А.А. Кристаллические структуры и физико-химические свойства комплексов лантаноидов с гексаметилфосфор-триамидом / А.А. Бобровникова, Т.Г. Черкасова, Э.С. Татаринова // Ползуновский вестник, 2013. – № 1. – С. 26-30.

5. Черкасова, Т.Г. Дизайн, синтез и свойства моно - и полиядерных тиоцианатных комплексов переходных металлов и лантаноидов / Т.Г.Черкасова, Е.В. Черкасова, И.В. Исакова, С.В. Кочнев, А.А. Бобровникова, Ю.Р. Гиниятуллина, Э.С. Татаринова // Тезисы докладов «XIX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии» г. Волгоград, 2011. – С. 656.

6. Черкасова, Т.Г. Тиоцианатные и галогенидные комплексы переходных металлов в прямом синтезе двойных комплексных солей / Т. Г.Черкасова, И.В. Исакова, Е.В. Черкасова, А.В. Тихомирова, С.В. Кочнев, А.А. Бобровникова, Э.С. Татаринова // Материалы

Всероссийской научной конференции "Успехи синтеза комплексобразования" Москва, 2011. – С. 309.

7. Бобровникова, А.А. Синтез и ИК-спектроскопическое исследование тетра(изотиоцианато)диам-минхроматов(III) и дийодомеркуратов(II) комплексов лантаноидов(III) с органическими лигандами / А.А. Бобровникова, А.В. Тихомирова // Материалы III международной научно-практической конференции "Достижения молодых ученых в развитии инновационных процессов в экономике, науке, образовании". – Брянск, 2011 г. – С. 249-251.

8. Бобровникова, А.А. Синтез и физико-химическое исследование тетра(гексаметилфосфортриамид)сольвата тетра(изотиоцианато)диамминхромата(III) аммония / А.А. Бобровникова, Т.Г. Черкасова, Э.С. Татарина // Тезисы докладов VI конференции молодых ученых "Теоретическая и экспериментальная химия жидкофазных систем". – Иваново, 2011. – С. 16-17.

9. Черкасова, Т.Г. Дизайн, синтез и перспективы получения новых материалов на основе моно- и полиядерных комплексов с тиоцианатными анионами / Т.Г.Черкасова, Э.С. Татарина, К.В. Мезенцев, Е.В. Черкасова, И.В. Исакова, А.А. Бобровникова, С.В. Кочнев, Ю.Р. Гиниятуллина // Материалы II-ой Международной Казахстанско-Российской конференции по химии и химической технологии. – Караганда, 2012. – С. 272-275.

10. Бобровникова А.А. Соединение лантана(III) с гексаметилтриамидофосфатом и рейнкатионом / А.А. Бобровникова // Тезисы докладов VI Всероссийской конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием. – Санкт - Петербург, 2012. – С. 148-149

11. Бобровникова, А.А. Сольватированный тетра(изотиоцианато)диамминхромат(III) аммония  $[(\text{NH}_4)\text{Cr}(\text{NH}_3)(\text{NCS})_4] \cdot 4((\text{CH}_3)_2\text{N})_3\text{PO}$ :

получение, структура и термические свойства / А.А. Бобровникова Т.Г.Черкасова, Э.С. Татарина // Сборник материалов Исследования и метрология функциональных материалов V Школы-семинара сети центров коллективного пользования научным оборудованием. – Томск, 2012. – С. 19-23.

12. Черкасова, Т.Г. Двойные комплексные соединения – координационные прекурсоры для создания новых материалов / Т.Г.Черкасова, Э.С. Татарина, Е.В. Черкасова, И.В. Исакова, А.А. Бобровникова, А.В. Тихомирова, Ю.Р. Гиниятуллина // Тезисы IV Международной конференции Российского химического общества им. Д.И. Менделеева, посвящённой 80-летию со дня рождения П.Д. Саркисова.– г. Москва 2012 г. – С. 327-329.

13. Бобровникова, А.А. Синтез и физико-химический анализ тетра(изотиоцианато)диамминхроматов(III) комплексов лантаноидов цериевой группы с гексаметилфосфортриамидом / А.А. Бобровникова Т.Г.Черкасова, Э.С. Татарина // Материалы Всероссийской конференции “Химия и химическая технология: достижения и перспективы”.– г. Кемерово, 2012 г. – С. 82-84.



Подписано в печать 23.09.2013. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Объем 1 п.л. Тираж 100 экз.

Заказ 652 КузГТУ 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Полиграфический цех КузГТУ 650099, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А.





102